

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-251297

(43) 公開日 平成4年(1992)9月7日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 H 7/10				
G 1 0 L 9/02		L 8946-5H		
		8622-5H	G 1 0 H 7/00	

審査請求 未請求 請求項の数7(全16頁)

(21) 出願番号	特願平3-162514	(71) 出願人	000004075 ヤマハ株式会社 静岡県浜松市中沢町10番1号
(22) 出願日	平成3年(1991)6月7日	(72) 発明者	西元 哲夫 静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平2-410847	(74) 代理人	弁理士 飯塚 義仁
(32) 優先日	平2(1990)12月15日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

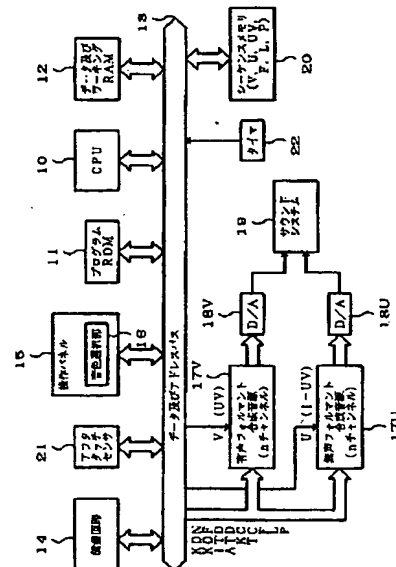
(54) 【発明の名称】 楽音合成装置

(57) 【要約】

【目的】 自然楽器の楽音や人声音等のフォルマント、ピッチ及び有声無声音レベルの微妙な時間的変化を楽音合成装置で忠実に再現できるようにする。

【構成】 自然楽器の楽音や人声音等の時系列的に変化するフォルマント、ピッチ及び有声無声音レベルに関するパラメータデータを複数ステップにわたって予めメモリ上に記憶する。楽音を発生すべきときに、そのメモリからパラメータデータを複数ステップにわたって時系列的に読み出し、読み出されたパラメータデータに応じて決定されるフォルマント特性、ピッチ特性又は有声無声音レベル特性をそれぞれ有する楽音信号を楽音合成装置で合成する。

【効果】 楽音信号のフォルマント、ピッチ又は有声無声音レベルを自然楽器の楽音や人声音等と同様に時間的に微妙に変化させることができる。



(2)

特開平4-251297

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 時系列的に変化するフォルマントに関するパラメータデータを複数ステップにわたって予め記憶している記憶手段と、楽音を発生すべきときに、前記記憶手段から前記パラメータデータを前記複数ステップにわたって時系列的に読み出す読み出し手段と、読み出された前記パラメータデータを入力し、前記パラメータデータに応じて決定されるフォルマント特性を持つ楽音信号を合成するフォルマント合成手段とを備え、前記楽音信号のフォルマントを時系列的に変化させることを特徴とする楽音合成装置。

【請求項2】 基準ピッチに対して時系列的に変化する相対ピッチデータを複数ステップにわたって予め記憶している記憶手段と、楽音を発生すべきときに、前記記憶手段から前記相対ピッチデータを前記複数ステップにわたって時系列的に読み出す読み出し手段と、所定のフォルマント特性に従った音高を有する楽音信号を合成するものであり、前記読み出し手段によって読み出された前記相対ピッチデータを入力し、この相対ピッチデータに応じて前記楽音信号の音高を時系列的に変化させる楽音合成手段とを備えたことを特徴とする楽音合成装置。

【請求項3】 時系列的に変化する有声音及び無声音のレベルデータを複数ステップにわたって予め記憶している記憶手段と、楽音を発生すべきときに、前記記憶手段から前記レベルデータを前記複数ステップにわたって時系列的に読み出す読み出し手段と、所定のフォルマント特性に従った有声音及び無声音の特徴を有する楽音信号を合成するものであり、前記読み出し手段によって読み出された前記レベルデータを入力し、このレベルデータに応じて前記楽音信号の有声音及び無声音のレベルを時系列的に変化させる楽音合成手段とを備えたことを特徴とする楽音合成装置。

【請求項4】 時系列的に変化する有声音及び無声音のレベルデータと基準ピッチに対して時系列的に変化する相対ピッチデータとの少なくとも一方のデータを時系列的に変化するフォルマントに関するパラメータデータと共に複数ステップにわたって予め記憶している記憶手段と、楽音を発生すべきときに、前記レベルデータ及び前記相対ピッチデータの少なくとも一方と前記パラメータデータとを前記記憶手段から前記複数ステップにわたって時系列的に読み出す読み出し手段と、読み出された前記レベルデータ及び前記相対ピッチデータの少なくとも一方と前記パラメータデータとを入力し、入力された前記レベルデータ及び前記相対ピッチデータの少なくとも一方と前記パラメータデータに応じて決定される有声音無声音レベル及びピッチの少なくとも一方とフォルマント特性とを有する楽音信号を合成するフォルマント合成手段とを備え、前記楽音信号の有声音無声音レベル及びピッチの少なくとも一方とフォルマントとを時系列的に変化させることを特徴とする楽音合成装置。

2

【請求項5】 前記読み出し手段は、キー操作情報に応じた読み出し速度で前記記憶手段の読み出しを行うことを特徴とする請求項1、2、3又は4に記載の楽音合成装置。

【請求項6】 前記レベルデータは時系列的に変化する有声音及び無声音のレベルをそれぞれ別々に示すものであることを特徴とする請求項3又は4に記載の楽音合成装置。

【請求項7】 前記レベルデータは時系列的に変化する有声音及び無声音のレベル比を示すものであることを特徴とする請求項3又は4に記載の楽音合成装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、所望のフォルマントに従う楽音合成を実現する楽音合成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に自然楽器には、その楽器固有の構造（例えばピアノの響板の形状等）によって生じるフォルマントが存在することが知られている。また、人声にも人体の構造（例えば声帯、声道及び口腔の形状等）によって所定のフォルマントが存在し、これによって人声特有の音色等が特徴づけられている。電子楽器において、自然の楽器音又は人声により近い音色を合成するためには、それぞれの音に固有のフォルマントに従って楽音合成を行わなければならない。このようなフォルマントによって楽器音や人声等の楽音を合成する装置として特公昭59-19352号公報に示されたものが知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述のように自然楽器や人声の音色は、その楽器に固有のフォルマントによって特徴付けられている。ところで、自然楽器の演奏時には、その発生音のフォルマントが時間的に変化しており、このようなフォルマントの時間的な変化によってその楽器固有の音色が奏でられる。また、人声においても同様であり、フォルマントが時間的に変化することにより、微妙な人声の特徴が出される。

【0004】 フォルマントを時間的に変化させて、このような楽音及び人声等を電子楽器で合成する場合には、フォルマントを特定するための中心周波数やレベル等のパラメータを時間的に変化させればよいわけであるが、一般的にパラメータの時間的な変化を実現する手法としては、適宜のエンベロープ信号によって連続的にこれを変化させるということが行われている。しかし、このような単純な方法では望みのフォルマント変化を得ることが困難であった。

【0005】 一方、人声は、発音時にピッチがゆらいだり、音の立上り時にピッチが不安定になったり、音楽から音楽に移り変わるときにピッチが変化するなどの独特のピッチ変化を有する。しかし、従来の楽音合成装置

3

は鍵盤等からのピッチ情報に基づいたピッチを単に発音するか、フォルマントの時間的変化を実現する手法と同様にピッチエンベロープ信号発生回路やピッチゆらぎ回路によって基準ピッチを連続的に変化させるだけであった。従って、楽音合成装置でフォルマントに基づいて人声を発音してもそれは実際の人声音の近似であり、実際の人声音とは程遠い自然性に全く欠けるものであった。

【0006】また、人声音は、有声フォルマント（母音）及び無声フォルマント（子音）からなり、音素から音素に移り変わるときに有声フォルマント及び無声フォルマントのそれぞれのレベルが微妙に変化している。しかし、従来の楽音合成装置はこのような有声フォルマント及び無声フォルマントを人声音に応じて交互に発音処理するだけであり、発音された人声音は実際の人声音とは程遠い自然性に全く欠ける機械的なものであった。自然楽器の楽音も、線スペクトル成分と非線スペクトル成分とからなり、そのレベルがそれぞれ微妙に変化しているのだが、従来の楽音合成装置は、このようなスペクトル成分のレベル制御を行っていなかった。

【0007】この発明は上述の点に鑑みてなされたものであり、自然楽器の楽音や人声音等の時間的変化を忠実に再現することのできる楽音合成装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】第1の発明に係る楽音合成装置は、時系列的に変化するフォルマントに関するパラメータデータを複数ステップにわたって予め記憶している記憶手段と、楽音を発生すべきときに、前記記憶手段から前記パラメータデータを前記複数ステップにわたって時系列的に読み出す読み出し手段と、読み出された前記パラメータデータを入力し、前記パラメータデータに応じて決定されるフォルマント特性を持つ楽音信号を合成するフォルマント合成手段とを備え、前記楽音信号のフォルマントを時系列的に変化させることを特徴とするものである。

【0009】第2の発明に係る楽音合成装置は、基準ピッチに対して時系列的に変化する相対ピッチデータを複数ステップにわたって予め記憶している記憶手段と、楽音を発生すべきときに、前記記憶手段から前記相対ピッチデータを前記複数ステップにわたって時系列的に読み出す読み出し手段と、所定のフォルマント特性に従った音高を有する楽音信号を合成するものであり、前記読み出し手段によって読み出された前記相対ピッチデータを入力し、この相対ピッチデータに応じて前記楽音信号の音高を時系列的に変化させる楽音合成手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0010】第3の発明に係る楽音合成装置は、時系列的に変化する有声音及び無声音のレベルデータを複数ステップにわたって予め記憶している記憶手段と、楽音を

4

発生すべきときに、前記記憶手段から前記レベルデータを前記複数ステップにわたって時系列的に読み出す読み出し手段と、所定のフォルマント特性に従った有声音及び無声音の特徴を有する楽音信号を合成するものであり、前記読み出し手段によって読み出された前記レベルデータを入力し、このレベルデータに応じて前記楽音信号の有声音及び無声音のレベルを時系列的に変化させる楽音合成手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0011】

【作用】第1の発明では、記憶手段は時系列的に変化するフォルマントに関するパラメータデータを複数ステップにわたって記憶し、読み出し手段は楽音を発生すべきときに、記憶手段からパラメータデータを複数ステップにわたって時系列的に読み出し、フォルマント合成手段に供給し、フォルマント合成手段はそのパラメータデータに応じて決定されるフォルマント特性を持つ楽音信号を合成している。従って、フォルマント特性が自然の楽器音又は人声音に従って変化するようにパラメータデータを複数ステップにわたって予め記憶手段に記憶し、このパラメータデータを読み出し手段で複数ステップにわたって読み出すことによって、楽音信号のフォルマントを実際の楽器音又は人声音と同様に自然に変化させることができる。このパラメータデータは主にフォルマント中心周波数データとそのフォルマントレベルデータとから構成される。

【0012】第2の発明では、基準ピッチに対して時系列的に変化する相対ピッチデータを前記第1の発明のパラメータデータと同様に記憶し、それを時系列的に読み出して楽音信号を合成しているため、楽音信号のピッチを実際の楽器音又は人声音と同様に自然に変化させることができる。

【0013】第3の発明では、時系列的に変化する有声音及び無声音のレベルデータを前記第1の発明のパラメータデータと同様に記憶し、それを時系列的に読み出して楽音信号を合成しているため、楽音信号の有声音及び無声音のレベルを実際の楽器音又は人声音と同様に自然に変化させることができる。

【0014】なお、第2の発明の相対ピッチデータ及び第3の発明の有声音無声音レベルデータの少なくとも一方を第1の発明のパラメータデータと共に記憶し、それを時系列的に読み出して楽音信号を合成することによって、楽音信号をより自然の楽器音又は人声音に近づけることができる。

【0015】

【実施例】以下、この発明の実施例を添付図面に従って詳細に説明する。図1はこの発明に係る電子楽器の一実施例のハードウェア構成を示すブロック図である。この実施例において、楽音合成装置全体の制御は、マイクロプロセッサユニット（CPU）10と、システムプログラムや変更の必要のない各パラメータ等を格納するプロ

(4)

特開平4-251297

5

グラムROM11と、各種データを一時的に格納し、ワーキング用RAMとして用いられるデータ及びワーキングRAM12を含むマイクロコンピュータによって行われる。

【0016】プログラムROM11にはフォルマントシーケンスのプリセット値が格納され、またデータ及びワーキング用RAM12にはフォルマントシーケンス、ピッチシーケンス及び有聲無聲音レベルシーケンスの配列を記憶する領域が割り当てられている。従って、電源投入時のイニシャライズ処理で、プログラムROM11内のフォルマントシーケンスのプリセット値がロードされるので、楽音合成装置は電源投入時からフォルマントシーケンスによる楽音合成を行う。

【0017】このマイクロコンピュータには、データ及びアドレスバス13を介して、鍵盤回路14、操作パネル15、音源となる有聲フォルマント合成音源17V及び無聲フォルマント合成音源17U、シーケンスメモリ20、アフタタッチセンサ21及びタイマ22等の各種装置が接続されており、これらの各装置はマイクロコンピュータによってそれぞれ制御される。

【0018】鍵盤回路14は、発生すべき楽音の音高を指定する鍵盤のそれぞれの鍵に対応して設けられた複数のキースイッチからなる回路を含む。マイクロコンピュータにより、この鍵盤回路14の出力に基づき押圧鍵を複数の発音チャンネルのいずれかに割り当てるための発音処理が行われる。また、必要に応じて押し下げ時の押鍵操作速度を判別してイニシャルタッチデータITDを生成する処理も行われる。また、鍵盤の各鍵に関連して、鍵押圧持続時における押圧力を検出してアフタタッチデータATDを出力するアフタタッチセンサ21が鍵盤回路14に隣接して設けられている。

【0019】操作パネル15は、音色、音量、音高、効果等を選択・設定・制御するための各種操作子を含むものであり、ピアノ、オルガン、バイオリン、金管楽器、ギター等の各種自然楽器に対応する音色やその他の音色（人声音）を選択するための音色選択部16を有する。この音色選択部16は音色選択信号TCを出力する。

【0020】有聲フォルマント合成音源17Vは、複数のnチャンネルで楽音信号の同時発生が可能であり、データ及びアドレスバス13を経由して与えられる各チャンネルに割り当てられた鍵のキーコードKC、フォルマントパラメータデータ（中心周波数データF及びそのレベルデータL）、相対ピッチデータP、有聲音レベルデータV（又は有聲無聲音のレベル比UV）及びその他のデータ（キーオンKON、キーオフKOF、イニシャルタッチデータITD、アフタタッチデータATD、音色選択信号TC等）を入力し、これらの各種データに基づき楽音信号を発生する。

【0021】すなわち、フォルマント合成音源17Vは

6

シーケンスメモリ20から読み出された各フォルマントの中心周波数データF、レベルデータL、相対ピッチデータP、有聲音レベルデータV（レベル比UV）、合成すべき楽音の音高を指定するデータとして鍵盤回路14から与えられるキーコードKC等を入力し、所定のフォルマント合成演算を行い、そのフォルマントで特徴付けられる楽音信号をキーコードKC及び相対ピッチデータPで指定された音高に対応して、有聲音レベルデータV（レベル比UV）に応じたレベルで出力する。楽音の音高はキーコードKCに対応するピッチに相対ピッチデータPの値を乗算することによって得る。乗算以外の方法で音高を求めてもよいことはいうまでもない。この実施例では有聲フォルマント合成音源17Vが同時発音可能なチャンネル数は8個として説明する。

【0022】無聲フォルマント合成音源17Uは、複数のnチャンネルで楽音信号の同時発生が可能であり、データ及びアドレスバス13を経由して与えられるフォルマントパラメータデータ（中心周波数データF及びそのレベルデータL）、無聲音レベルデータU（又は1-UV）及びその他のデータ（音色選択信号TC等）を入力し、これらの各種データに基づき楽音信号を発生する。

【0023】すなわち、フォルマント合成音源17Uはシーケンスメモリ20から読み出された各フォルマントの中心周波数データF、レベルデータL、無聲音レベルデータU（又は1-UV）を入力し、所定のフォルマント合成演算を行い、そのフォルマントで特徴付けられる楽音信号を無聲音レベルデータU（又は1-UV）に応じたレベルで出力する。この実施例では無聲フォルマント合成音源17Uが同時発音可能なチャンネル数は、有聲フォルマント合成音源17Vと同じ8個として説明する。

【0024】有聲フォルマント合成音源17V及び無聲フォルマント合成音源17Uから発生されたデジタル楽音信号はデジタル/アナログ（D/A）変換器18V、18Uによって、アナログの楽音信号に変換され、サウンドシステム19に出力される。サウンドシステム19はスピーカ及び増幅器等で構成され、D/A変換器18V、18Uからのアナログの楽音信号に応じた楽音を発生する。

【0025】タイマ22はマイクロコンピュータに対してインタラプト信号を定期的に与えるものである。この実施例では後述するフォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ及び有聲無聲音レベルデータの読み出し処理がタイマインタラプトによって実行される。シーケンスメモリ20は、複数のフォルマントに関する中心周波数データFやレベルデータL等の種々のフォルマントパラメータデータや相対ピッチデータ及び有聲無聲音レベルデータを所望のフォルマント変化態様に対応するシーケンスで記憶してなるものである。

【0026】図2はシーケンスメモリ20に記憶される

(5)

特開平 4-251297

7

いるフォルマントパラメータデータ（中心周波数データ F やレベルデータ L）、相対ピッチデータ P 及び有声無声音レベルデータ V、J の格納状態（メモリ構成例）を示す図である。図 2 において、縦軸は例えば人声音の音素等にそれぞれ対応しており、シーケンス番号 X（1～m）で特定される。横軸はこの縦軸のシーケンス番号 X で特定された音素を特徴付けるフォルマントの中心周波数及びレベル、ピッチ、有声音レベル並びに無声音レベルの時系列的な変化に対応しており、ステップ番号 Y（1～n）の順番に格納されている。

【0027】そして、シーケンスメモリ 20 の 1 個のステップには、シーケンス番号 X の音素を特徴付けるための中心周波数データ F とレベルデータ L からなる 4 個のフォルマントパラメータデータ FLXYN（「X」はシーケンス番号、「Y」はステップ番号、「N」は 1 ステップ内の 4 個のうちの任意のものを示す番号）が格納されており、また、フォルマントパラメータデータ FLXYN に対応して、そのフォルマント発音時の基準ピッチ（キーコード KC で特定されるもの）に対するピッチの相対的変化量を示す相対ピッチデータ PXY と、そのフォルマント発音時の有声音のレベルを示す有声音レベルデータ VXY と、無声音のレベルを示す無声音レベルデータ UXY（「X」はシーケンス番号、「Y」はステップ番号を示す）がそれぞれ 1 個ずつ格納されている。この場合、各シーケンス番号 X におけるステップ番号 Y の数 n の値は必ずしも同じでなくてもよく、各音素毎に異なってもよい。

【0028】また、シーケンスメモリ 20 は有声音レベルデータ VXY 及び無声音レベルデータ UXY の代わりに有声無声音レベル比データ UV を記憶してもよい。この有声無声音レベル比データ UV は有声音レベルと無声音レベルの合計値を 1 とした場合における有声音の比率を示すものである。従って、無声音のレベルは 1 からこのレベル比 UV を減算した値（1-UV）を演算することによって容易に求めることができる。シーケンスメモリ 20 に有声無声音レベル比データ UV を記憶することによって、シーケンスメモリ 20 のデータ量を大幅に削減できるという利点がある。

【0029】シーケンスメモリ 20 のシーケンス番号 1 のステップ番号 1 から読み出されるデータは、中心周波数データ F とレベルデータ L からそれぞれ構成される 4 個のフォルマントパラメータデータ FL111, FL112, FL113, FL114 と、相対ピッチデータ P11 と、有声音レベルデータ V11 と、無声音レベルデータ U11 とであり、ステップ番号 n から読み出されるのは、4 個のフォルマントデータ FL1n1, FL1n2, FL1n3, FL1n4 と、1 個の相対ピッチデータ P1n と、有声音レベルデータ V1n と、無声音レベルデータ U1n である。そして、これらのデータがステップ番号 Y の順番に読み出される。

8

【0030】1 個のステップに格納されたフォルマントパラメータデータは、バラレルに読み出されるようになっていてもよいし、時分割的に読み出されるようになっていてもよい。そして、ステップ順に読み出されるフォルマントパラメータデータ FL111, FL121, ..., FL1n1 が時系列的に変化するフォルマントシーケンスデータであり、それぞれの中心周波数及びレベルが時系列的に微妙に変化している。

【0031】また、ステップ順に読み出される相対ピッチデータ P11, P12, ..., P1n が時系列的に変化するピッチシーケンスデータであり、基準ピッチに対するピッチの変化量を示すデータである。ステップ順に読み出される有声音レベルデータ V11, V12, ..., V1n 及び無声音レベルデータ U11, U12, ..., U1n が時系列的に変化する有声音無声音レベルシーケンスデータである。各シーケンス番号のフォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ及び有声音無声音レベルデータも同様に構成されている。

【0032】シーケンスメモリ 20 は、シーケンス番号アドレスデータ X とステップアドレスデータ Y によって読み出し制御される。シーケンス番号アドレスデータ X は、シーケンスメモリ 20 から読み出すべき一連のシーケンスフォルマントデータ及びシーケンスピッチデータのシーケンス番号を指定するものである。ステップアドレスデータ Y は、シーケンス番号アドレスデータ X によって指定されたシーケンスにおいて現在読み出すべきステップを指定するものである。一例として、シーケンス番号アドレスデータ X は、操作パネル 15 における適宜の選択操作に応じて、例えば音色選択部 16 に連動して、あるいは専用のシーケンス番号選択操作手段に応じて、発生される。また、ステップアドレスデータ Y は、CPU 10 によって発生され、シーケンスメモリ 20 にアドレス入力される。このステップアドレスデータの発生については後述する。

【0033】なお、この実施例では、一例として、フォルマントパラメータデータは、中心周波数データ F とレベルデータ L の 2 つであるとし、1 つの楽音信号は 4 つのフォルマントによって有声フォルマント合成音源 17 V 及び無声フォルマント合成音源 17 U で合成されるものとして説明する。

【0034】シーケンスメモリ 20 に格納されるフォルマントパラメータデータは、従来記述の音声波形分析法を用いて生成する。例えば、線形予測分析法（LPC）、線スペクトル対分析法（LSP）又は複合正弦波モデル分析法（CSM）等の方法によって抽出されたフォルマントデータを用いる。

【0035】フォルマントデータの抽出と同時に相対ピッチデータの抽出も行う。相対ピッチの抽出は、変形自己相関法又はゼロクロス法等によって行う。即ち、原音声を採用する時、ある基準ピッチを定めておき、その近

(6)

特開平4-251297

9

傍のピッチにて発声してもらふ。これに、ピッチのゆらぎ成分が含まれている。そこで、基準ピッチと分析ピッチとの差分をとり、これを相対ピッチデータとして抽出する。有声音レベルの抽出も相対ピッチデータの抽出と同様に行う。また、レベル比 $UV$ はフーリエ分析により約5 KHz以上とそれ以下のパワー比を求めることによって抽出できる。

【0036】操作パネル15には、複数の読出しパターンの中から1つの読出しパターンを選択するためのモード切換えキー（図示せず）を有する。CPU10はモード切換えキーによって選択された読出しパターンに従って複数ステップに関するフォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ及び有声音レベルデータを読み出すための時間的に変化するステップアドレスデータを発生する。この読出しパターンに従うステップアドレスデータの発生は、鍵盤回路14からのキーオン信号 $KON$ に応じて、楽音発音タイミングに対応して行われる。複数の読出しパターンに対応してステップアドレスデータはデータ及びワーキングRAM12内に予め記憶しておいてもよいし、あるいは演算により発生するようにしてもよい。

【0037】図3はシーケンスメモリ20に格納される有声音レベルデータ $V$ 、無声音レベルデータ $U$ 及び有声音レベル比 $UV$ の値の一例を模式的に示す図である。図3(a)は有声音レベルデータ $V$ を示し、図3(b)は無声音レベルデータ $U$ を示し、図3(c)は有声音レベル比 $UV$ を示す。図3(a)～(c)の横軸はシーケンスメモリ20のステップアドレスを示し、縦軸はそのステップアドレスに対応した有声音レベル値を示す。

【0038】図3の有声音及び無声音のレベルは、それぞれ『あ、か、さ、た』（[a], [ka], [sa], [ta]）の人声音を楽音合成装置で合成発音する場合に対応している。図3(a)の各波形は全て有声音（母音）[a]のレベル $V_a$ を示し、図3(b)の各波形の第1番目は無声音（子音）[k]のレベル $U_k$ を、第2番目は無声音（子音）[s]のレベル $U_s$ を、第3番目は無声音（子音）[t]のレベル $U_t$ をそれぞれ示す。図3(a)において有声音レベル $V_a$ の大きさは一定であるが、図3(b)においては無声音レベル $U_k, U_s, U_t$ の大きさはそれぞれ異なっている。従って、楽音合成装置は図3(a)及び(b)の波形をステップアドレスの順に次々と読み出すことによって、『あ、か、さ、た』（[a], [ka], [sa], [ta]）の人声音を発音することができる。

【0039】図3(c)は、シーケンスメモリ20に格納される有声音レベルと無声音レベルの合計値を1とした場合に、有声音レベルがその合計に占める割合が有声音レベル比 $UV$ としてシーケンスメモリ20に

10

格納されている。即ち、有声音レベルを $V$ 、無声音レベルを $U$ とした場合の $V/(U+V)$ が有声音レベル比 $UV$ である。従って、無声音レベルの大きさは $1-U/V$ （図では点線で示してある）を演算することによって容易に求めることができる。但し、図3(a)及び(b)に示すように、有声音レベルと無声音レベルの合計値が1でない場合には、有声音レベル $V$ と無声音レベル $U$ とを別々にシーケンスメモリ20に格納する方がよいことは言うまでもない。また、有声音レベルと無声音レベルの合計が1でない場合でも、単純に両者の比率 $(V/U)$ を格納してもよいことは言うまでもない。

【0040】図4はシーケンスメモリ20の読出しパターンの幾つかの例を示す図である。図4(a)に示す読出しパターンは、所定の基準アドレスから所定の最大アドレス(MAX)まで、ステップアドレスを順次増加させ、その後は最大アドレス(MAX)を維持するものである。例えば、基準アドレスをステップ番号1、最大アドレスをステップ番号 $n$ とすると、発音開始後、ステップ番号1, 2, 3…… $n$ の順で時間的にステップアドレスが増加し、ステップ番号 $n$ に到達すると、以後はステップ番号 $n$ を維持する。この場合、例えば、シーケンス番号1の場合は、各ステップ番号1, 2, 3…… $n$ に対応するフォルマントパラメータデータ $FL11N, FL12N, \dots, FL1nN$ 、相対ピッチデータ $P11, P12, \dots, P1n$ 、有声音レベルデータ $V11, V12, \dots, V1n$ 及び無声音レベルデータ $U11, U12, \dots, U1n$ が順次読み出され、最後に $FL1nN, P1n, V1n$ 及び $U1n$ が持続的に読み出される。なお、これ以後の説明の中でアドレスという場合は、ステップアドレスを指すものとする。

【0041】図4(b)の読み出しパターンは所定の基準アドレスから所定のループエンドアドレス(LOOP END)まで所定の順序で読み出し、その後はループスタートアドレス(LOOP START)からループエンドアドレス(LOOP END)に向かってアドレスを増加するというパターンを繰り返すものである。

【0042】図4(c)の読み出しパターンは所定の基準アドレスから所定のループエンドアドレス(LOOP END)まで所定の順序で読み出し、その後はループエンドアドレス(LOOP END)からループスタートアドレス(LOOP START)に向かってアドレスを減少するというパターンを繰り返すものである。

【0043】図4(d)の読み出しパターンは所定の基準アドレスから所定のループエンドアドレス(LOOP END)まで所定の順序で読み出し、その後はループエンドアドレス(LOOP END)とループスタートアドレス(LOOP START)との間をアドレスが増加減少するように繰り返すものである。

【0044】図4に示した読み出しパターンは一例であり、これらのパターンを任意に組み合わせることもでき

11

るし、読み出し速度をインシタルタッチデータITD、アプタタッチデータATDの大きさ等のキー操作情報に応じて可変制御してもよい。また、楽器の種類、人声の種類に応じて種々のパターンを予め登録しておくことによって、演奏効果を格段に向上することができる。

【0045】なお、操作パネル15にマニュアル操作子を設け、このマニュアル操作子で任意のステップアドレスを設定し、また操作量を変化することにより順次変化させることもできる。このマニュアル操作子として、例えば128段階の信号を出力するモジュレーションホイールや正負の方向性を持った信号を出力するピッチベンドホイール等がある。

【0046】次に、マイクロコンピュータによって実行される処理の一例を図5、図6、図7、図8及び図9に基づいて説明する。図5はマイクロコンピュータが処理する「メイン処理ルーチン」の各ステップの処理内容を示す図である。このメイン処理ルーチンは次のようなステップで順番に実行される。

【0047】ステップ31：電源投入時におけるマイクロコンピュータの全てのデータに所定の値をセットする。例えば、シーケンス番号アドレスデータ、ステップアドレスデータ及び読み出しパターン等の初期値を各レジスタに設定する。また、前述のようにプログラムROM11に格納されているフォルマントシーケンスのプリセット値をデータ及びワーキング用RAM12にロードする。

【0048】ステップ32：鍵盤回路14における各キースイッチのスキャンを行う。

ステップ33：ステップ32のキースキャンの結果、キーイベントの有無を判断する。鍵が押し下げられたときはキーオンイベントが判断され、離鍵されたときはキーオフイベントが判断される。キーイベント有り(YES)の場合は、次のステップ34に進み、キーイベント無し(NO)の場合はステップ35に進む。

【0049】ステップ34：ステップ33のキーイベントの種類に応じた発音割当て処理を行う。

ステップ35：操作パネル15の各操作子のスキャンを行う。

ステップ36：ステップ35のパネルスキャンの結果、操作子によるパネルイベントの有無を判断する。例えば、モード切換えキーが押されているかどうかを判断する。パネルイベント有り(YES)の場合は、次のステップ37に進み、パネルイベント無し(NO)の場合は、ステップ32に戻る。

ステップ37：ステップ36のパネルイベントの結果に応じて発音割当て処理を行う。

【0050】次に、図6はマイクロコンピュータが処理する「発音処理」の各ステップの処理内容を示す図である。この発音処理は次のようなステップで順番に実行される。

(7)

特開平4-251297

12

ステップ41：キーイベントがキーオン又はキーオフのどちらなのかを判断する。キーイベントがキーオン(YES)の場合は次のステップ42に進み、キーオフ(NO)の場合はステップ47に進む。

ステップ42：有聲フォルマント合成音源17V及び無聲フォルマント合成音源17Uのそれぞれが発音割当て処理を行っていない空きチャンネルをサーチする。

【0051】ステップ43：ステップ42の空きチャンネルサーチの結果、空きチャンネルの有無を判断し、空きチャンネル有り(YES)の場合はステップ45にジャンプし、空きチャンネル無し(NO)の場合は次のステップ44に進む。

ステップ44：空きチャンネルが無かったので、トランケート処理を行い、発音割当て処理可能なチャンネルを作成する。

【0052】ステップ45：インシタルタッチデータITDに応じたステップアドレスの読み出し位相のスピードを決定し、これをスピードレジスタSP(ch)に設定する。このスピードレジスタSP(ch)はチャンネル毎に設けられており、チャンネル毎に異なった値が設定される。従って、押鍵毎にフォルマントシーケンス、ピッチシーケンス、有聲無聲レベルシーケンスの読み出し速度が変化するので、和音等が押鍵された場合でも各音間の分離性が向上するという効果がある。

【0053】ステップ46：当該空きチャンネルにキーオンフラグをセットして、割り込み処理における発音情報の制御が行われるようにし、リターンする。すなわち、この発音処理では直接には発音割当て要求は行わない。

ステップ47：ステップ41の結果、キーイベントがキーオフであった場合、対応するキーの発音処理を有聲フォルマント合成音源17V及び無聲フォルマント合成音源17Uが行っているかどうか、すなわち対応するキーオンが存在するかどうかを判断し、存在する(YES)の場合は次のステップ48に進み、存在しない場合はリターンする。これは、キーオン処理されたキーがステップ44のトランケート処理によってその発音が完全に停止していることがあり得るからである。

【0054】ステップ48：キーオフイベントの該当するチャンネルに対してキーオフ情報KOFを送出する。

ステップ49：キーオフ情報KOFの送出されたチャンネルのキーオンフラグをリセットする。

【0055】図7はマイクロコンピュータが処理する「パネル処理」の各ステップの処理内容を示す図である。このパネル処理は次のようなステップで順番に実行される。ここでは、この発明に直接関係する部分のみが示されている。

ステップ51：操作パネル15上のモード切換えキーが押されたかどうかを判断し、押された(YES)場合は次のステップ52に進み、押されていない(NO)場合

13

はステップ56に進む。

【0056】ステップ52：モードレジスタMODEの値を「1」だけインクリメントし、次のステップ53に進む。すなわち、このモード切換えスイッチは一回押すたびにモードレジスタMODEの値を増加させ、図4の読み出しパターンの中から任意のものを選択するものである。モード切換えキーはこれに限らずスライド又は回転によってその値を任意に変えられるようなものであってもよいことはいうまでもない。

【0057】ステップ53：図4の読み出しパターンは4種類なので、モードレジスタMODEの値がモード数の最大値「5」であるかどうかを判断し、「5」の場合は次のステップ54に進み、そうでない場合はステップ55にジャンプする。読み出しパターンの数に応じてこのステップの値を変更してやればよい。

【0058】ステップ54：ステップ53でモードレジスタMODEの値が最大値「5」だったので、ここでモードレジスタMODEに「1」を格納する。このようにしてモードレジスタMODEの値はオーバーフローすることなく、モード切換えスイッチの押圧動作によって1, 2, 3, 4の値を循環する。

【0059】ステップ55：モードレジスタMODEに格納されている値に応じて割り込み処理ベクタを書き換える。この実施例では、フォルマントシーケンスデータ、ピッチシーケンスデータ及び有声無声音レベルシーケンスデータの読み出し波形をソフトウェア処理で作成しており、更にそれぞれの読み出し波形を異なる割り込み処理で形成するようにしているので、モードレジスタMODEの格納値に応じて割り込み処理先を変更している。

【0060】ステップ56：操作パネル15上のモード切換えキー（図示せず）が押されていない場合、操作パネル15上のその他のスイッチキーに対する処理を行う。例えば、音色選択イベントが発生した場合等は、その音色に応じてシーケンス番号アドレスを変更したりする。

【0061】図8はマイクロコンピュータが処理するフォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ、有声無声音レベルデータの読み出し処理の詳細を示す図である。図8に示した処理は図7のモードレジスタMODEの格納値が「1」の場合、すなわち図4(a)の読み出しパターンの場合における割り込み処理を示すものである。このルーチンはタイマ22からインタラプト信号が与えられる毎に次のようなステップの順番に実行される。

【0062】ステップ61：割り込みの多重化を防止するために割り込み禁止を行う。

ステップ62：チャンネルナンバレジスタchに「1」を設定する。

ステップ63：チャンネルナンバレジスタchに格納さ

(8)

特開平4-251297

14

れている値に対応するチャンネルのキーオンフラグがセットされているかどうかを判断し、セットされている（YES）場合は次のステップ64に進み、セットされていない（NO）場合はステップ613にジャンプし、チャンネルナンバレジスタchの値を1だけインクリメントして、次のチャンネルの処理を行う。

【0063】ステップ64：ステップアドレスレジスタY(ch)の値を「1」だけインクリメントし、さらにスピードレジスタSP(ch)にセンシティブィティSEを乗じた値 $SP(ch) \times SE$ を加算する。このセンシティブィティSEを「0」にすると、スピードレジスタSP(ch)の値には無関係にステップ番号Yは1ずつ増加し、センシティブィティSEを正の値にすると、ステップ番号Yの増加率は大きくなり、逆にセンシティブィティSEを負の値にすると、ステップ番号Yの増加率は小さくなる。

【0064】すなわち、センシティブィティSEが「0」だと、シーケンスメモリ20からはFL11N, FL12N, FL13N, ...のようにステップ番号の順番通りにフォルマントパラメータデータ及び相対ピッチデータが読み出される。センシティブィティSEが正の値だと、シーケンスメモリ20からは例えばFL11N, FL13N, FL15N, ...のように飛び飛びのステップ番号順に読み出されフォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ又は/及び有声無声音レベルデータの読み出し速度が早くなる。逆に負の値だと、例えばFL11N, FL11N, FL12N, FL12N, FL13N, FL13N, ...のように同じステップ番号が読み出されフォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ又は/及び有声無声音レベルデータの読み出し速度が遅くなる。

【0065】なお、 $SP(ch) \times SE$ の代わりに、スピードレジスタSP(ch)だけを使用し、このスピードレジスタSP(ch)にタッチデータに応じた正負の値を格納できるようにしてもよいし、センシティブィティSEの値及び/又はスピードレジスタSP(ch)の値をイニシャルタッチデータITD及び/又はアフタタッチデータATDの値に応じて可変制御してもよい。

【0066】ステップ65：ステップアドレスレジスタY(ch)がそのシーケンス番号における最大ステップ値MAXよりも大きいかどうかを判断し、大きい場合はステップ66に進み、小さい場合はステップ67に進む。

ステップ66：シーケンス番号の最大ステップ値MAXよりも大きいステップ番号は存在しないので、ステップアドレスレジスタY(ch)にそのシーケンス番号の最大ステップ値MAXを格納する。

【0067】ステップ67：各ステップ番号Yの4個のフォルマントパラメータデータを順次読み出すためにレジスタNに「1」を格納する。



15

ステップ68: シーケンスメモリ20からシーケンス番号X及びステップ番号Yに対応する有声音レベルデータVXY及び無声音レベルデータUXYを読み出し、それぞれ有声音フォルマント合成音源17V及び無声音フォルマント合成音源17Uに出力する。これによって、有声音及び無声音の微妙なレベル変化を表現することができる。なお、シーケンスメモリ20に図3(c)の有声音のレベル比UVが格納されている場合には、そのレベル比UVを有声音フォルマント合成音源17Vに出力し、有声音のレベル比1-UVを演算し、それを無声音フォルマント合成音源17Uに出力する。

【0068】ステップ69: シーケンスメモリ20からシーケンス番号X及びステップ番号Yに対応する相対ピッチデータPXYを読み出し、キーコードKCと共に有声音フォルマント合成音源17Vに出力する。これによって、微妙な音程のズレを表現できる。なお、相対ピッチデータPXY及びキーコードKCは無声音フォルマント合成音源17Uには取り込まれない。

ステップ610: シーケンスメモリ20からシーケンス番号X及びステップ番号Yに対応したフォルマントパラメータデータFLXY1を読み出し、有声音フォルマント合成音源17V及び無声音フォルマント合成音源17Uに出力する。

ステップ611: レジスタNを「1」だけインクリメントする。

【0069】ステップ612: レジスタNが「4」よりも大きいかどうか判断し、大きい場合はステップ番号Yの4個のフォルマントパラメータデータFLXY1~FLXY4を読み出しているため、次のステップ613に進むが、小さい場合は未だ4個のフォルマントパラメータデータを読み出していないので、ステップ610に戻り、4個のフォルマントパラメータデータを読み出すまで処理を実行する。

【0070】ステップ613: チャンネルナンバレジスタchを「1」だけインクリメントする。

ステップ614: チャンネルナンバレジスタchが「8」より大きいかどうか判断し、大きい場合は次のステップ615に進み、小さい場合はステップ63に戻り次のチャンネルに対して同様の処理を実行する。

ステップ615: ステップ61で禁止していた割り込みを許可し、通常の処理にリターンする。

【0071】図9は図8と同様、マイクロコンピュータが処理するフォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ及び有声音無声音レベルデータの読み出し処理の詳細を示す図であり、図7のモードレジスタMODEの格納値が「2」の場合、すなわち図4(b)の読み出しパターンの場合における割り込み処理を示すものである。ステップ71~74、77~715は図8のステップ61~64、67~615と同じなので、その説明は省略する。

(9)

特開平4-251297

16

【0072】ステップ75: ステップアドレスレジスタY(ch)がそのシーケンス番号におけるループエンドアドレス値LEよりも大きいかどうかを判断し、大きい場合はステップ76に進み、小さい場合はステップ77に進む。

ステップ76: ステップアドレスレジスタY(ch)にそのシーケンス番号におけるループスタートアドレス値LSを格納する。

【0073】このステップ75、76によって、図4(b)のような読み出しパターンに従って、フォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ及び有声音無声音レベルデータをシーケンスメモリ20から順次読み出すことができる。なお、図4(c)及び(d)の読み出しパターンは図8及び図9のフローを変形することによって容易に実現できるので、ここでは省略する。

【0074】以上のようにこの実施例によれば、フォルマントを時系列的に変化させて発生することができる。また、そのときに読み出し速度を変更することによって、フォルマント、ピッチ及び有声音無声音レベルの変化の割合を自由に制御できるという効果がある。

【0075】なお、有声音フォルマント合成音源17Vにおける楽音合成方式にはいかなる方式のものを用いてもよい。例えば、特公昭59-19352号公報又は特公昭62-14834号公報に記載されているような振幅変調(AM)方式、又は特公昭62-42515号公報に記載されているような周波数変調(FM)方式などを使用することができる。この有声音フォルマント合成音源17Vの一例として窓関数を用いた振幅変調(AM)方式により、有声音フォルマントを合成するものを図10に示す。

【0076】図10において、位相発生器81は、フォルマント中心周波数を設定するための中心周波数データFを逐次累算することによりフォルマント中心周波数に対応する位相データを発生するものである。従って、フォルマント中心周波数の値が小さい時は累算の速度は遅く、フォルマント中心周波数が大きい時は累算の速度は速くなる。そして、累算値がオーバーフローしたときは、再び初期値に戻って累算を繰り返す。また、所定時間幅のリセットパルスRSが与えられたときは、累算値が0にリセットされ、該所定時間幅の間だけ出力0を維持する。この位相発生器81の累算出力はセクタ85を介して対数表現の正弦関数( $\log \sin$ )テーブル86にアドレスデータとして供給される。

【0077】位相発生器82は、アキュムレータ構成であり、キーコードKCに対応する基本ピッチ周波数データf0を取り込み、この基本ピッチ周波数データf0を順次累算する。この位相発生器82もオーバーフローすると初期値に戻って累算動作を繰り返す。また、位相発

17

生器 82 はオーバーフローパルス (例えば、最上位ビット MSB) を微分回路 83 に出力するようになってい

【0078】微分回路 83 は、ワンショットマルチバイプレタから構成され、オーバーフローパルスが立ち上ると、所定時間幅のリセットパルス信号 RS を位相発生器 81 及び 84 に出力する。すなわち、微分回路 83 は、位相発生器 82 の出力値が 0 になるタイミングを検出し、そのタイミングでリセットパルス信号 RS を出力する。従って、位相発生器 81 で発生するフォルマント中心周波数の位相データは、このリセットパルス信号 RS に応じて発生すべき楽音の音高に応じた周期で所定時間幅の間リセットされ、これによりフォルマント中心周波数を搬送周波数とし、楽音の音高周波数を変調周波数とする振幅変調が行われる。

【0079】位相発生器 84 は、図示していない音色パラメータ供給回路から供給される音素変調波位相定数 K を所定クロックに同期して累算する回路である。この位相発生器 84 は、累算値がオーバーフローすると、その最終値を保持し、次いでリセットパルス信号 RS が供給されると、その内容をリセットし、再び初期値から累算を開始するようになっている。この位相発生器 84 の累算結果は、セレクタ 85 を介して対数表現の正弦関数 ( $\log \sin$ ) テーブル 86 にアドレスデータとして供給される。この場合、位相発生器 84 の累算速度は、位相発生器 81 の累算速度に比べて極めて遅くなるように音素変調波位相定数 K の値が設定されている。

【0080】セレクタ 85 は動作選択信号 SEL が供給されたときに位相発生器 81 の出力データを選択し、動作選択信号 SEL が供給されていないときに位相発生器 84 の出力データを選択し、正弦関数テーブル 86 にアドレスデータとして供給する。

【0081】正弦関数テーブル 86 は、対数表現の正弦関数データが 1 周期分 (又は  $1/2$  周期あるいは  $1/4$  周期分でもよい) 記憶されているテーブルであり、セレクタ 85 を介して供給されるアドレスデータに応じた正弦関数値を対数表現で出力するようになっている。従って、正弦関数テーブル 86 は、位相発生器 81 又は 84 における累算値に応じたレートで正弦関数値を出力する。

【0082】データシフタ 87 は、正弦関数テーブル 86 の出力データを、音色パラメータであるシフト量データ S に従ってシフトする回路である。このシフト量データ S も図示しない音色パラメータ供給回路から供給される。このデータシフタ 87 は、動作信号 SFT が供給されているときにシフト動作を行い、動作信号 SFT が供給されていないときは正弦関数テーブル 86 からのデータがそのまま出力する。また、データシフタ 87 におけるシフトは、シフト量データ S の値だけ上位側にシフトする動作となる。

18

【0083】加算器 88 は、動作信号 ADD1 が供給されると、データシフタ 87 の出力データとレジスタ 89 の出力データとを加算する。動作信号 ADD1 が供給されていない場合は、加算器 88 に供給されるデータは、そのまま出力端から出力される。また、レジスタ 89 には、加算器 88 をそのまま通過したデータが記憶されるようになっている。この場合、加算器 88 による加算は、対数データについての加算であるから、真数に対しては乗算を行うことになる。

【0084】加算器 810 は、動作信号 ADD2 が供給されると、加算器 88 の出力データとレベル変換されたレベルデータ L とを加算する。この加算器 810 における加算は、対数値の加算であるから真数に対しては乗算を行っていることとなる。

【0085】対数/リニア ( $\log$  linear) 変換回路 811 は、加算器 810 から供給される対数表現のデータを真数に変換する回路である。対数/リニア変換回路 811 が出力するデータは、アキュムレータ 812 に与えられる。1つの楽音信号を合成するための 4つのフォルマントパラメータデータ F、L が時分的に与えられ、各フォルマントに応じた部分音信号が対数/リニア変換回路 811 から順次出力され、これがアキュムレータ 812 で累算され、楽音信号として乗算器 813 に出力される。乗算器 813 は有声音レベルデータ V (又は UV) を入力し、それをアキュムレータ 812 からの楽音信号に乗算して、有声音の楽音信号として出力する。

【0086】以上が有声音フォルマント合成音源 17V の一例であるが、この詳細については特願平 1-77383 号明細書に記載してあるので、ここでは省略する。なお、図 10 の有声音フォルマント合成音源 17V のうち、位相発生器 84、セレクタ 85 及びデータシフタ 87 は省略してもよい。

【0087】図 11 は、無声音フォルマント合成音源 17U の一例を示す図である。この詳細については特願平 2-271397 号公報の明細書に記載してあるので、ここでは簡単に説明する。図 11 において、ホワイトノイズ発生回路 91 はフラットなスペクトルを持つホワイトノイズを発生する回路である。デジタルフィルタ 92 は IIR フィルタと呼ばれるローパスフィルタであり、フラットなスペクトルを持つホワイトノイズを所定のバンド幅を有するノイズに変換するものである。デジタルフィルタ 92 はインバータ 93、バンド幅パラメータ発生器 94、遅延回路 95、加算器 96、97、98 及び乗算器 99 からなる。デジタルフィルタ 92 は、ホワイトノイズを右下がりスペクトル特性を有するノイズ信号に変換して乗算器 910 に出力する。

【0088】周期波形発生回路 911 はフォルマント中心周波数を設定するための中心周波数データ F に対応して遷移するフォルマント中心周波数  $f_0$  を有する正弦波

19

の順次サンプル点振幅値  $\sin 2\pi f_0 t$  を出力する。周期波形発生回路 911 は位相アキュムレータ 912 及びサインテーブル 913 からなる。位相アキュムレータ 912 は所定のクロックパルスに同期して中心周波数データ  $F$  を累算する。この中心周波数データ  $F$  は発生しようとするノイズ音のフォルマント中心周波数  $f_0$  に対応している。位相アキュムレータ 912 はその累算値をサインテーブル 913 の読み出しアドレス信号として出力する。

【0089】サインテーブル 913 には、正弦関数データが 1 周期分（又は  $1/2$  周期あるいは  $1/4$  周期分でもよい）記憶されているテーブルであり、読み出しアドレス信号によって読み出される。従って、サインテーブル 913 からは位相アキュムレータ 912 の読み出しアドレス信号（累算値）に応じた周波数  $f_0$  の正弦波が出力する。乗算器 910 はデジタルフィルタ 92 のノイズ信号と周期波形発生回路 911 の正弦波とを乗算して出力する。従って、乗算器 910 からは所定のフォルマント特性を持ったノイズ信号が出力されるようになる。

【0090】エンベロープジェネレータ 914 はフォルマントパラメータのレベルデータ  $L$  に従ってクロックパルスのタイミングで乗算器 910 から出力されるノイズ信号の振幅を制御するエンベロープ信号を乗算器 915 に出力する。乗算器 915 は乗算器 910 からのノイズ信号にこのエンベロープ信号を乗算して次段の乗算器 916 に出力する。乗算器 916 は無声音レベルデータ  $U$ （又は  $1-U$ ）を入力し、それを乗算器 915 からのノイズ信号に乗算して、無声音の楽音信号として出力する。

【0091】なお、上述の実施例ではソフトウェアによって実施する場合について説明したが、これに限らずハードウェア等で実施するようにしてもよい。シーケンスメモリ 20 内のフォルマントパラメータデータの内容は操作パネル 13 の操作によって任意に書換え可能としてもよい。

【0092】上述の実施例では、図 2 のステップ番号を図 4 の読み出しパターンに従って読み出す場合について説明したが、これに限らず図 4 の読み出しパターンに応じてステップ番号からシーケンス番号にまたがってフォルマントパラメータデータを順次読み出すようにしてもよい。また、フォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ及び有声無声音レベルデータの全てを読み出す場合について説明したが、いずれか一つを読み出すだけでもよい。

【0093】また、フォルマントパラメータデータに比べてピッチ及び有声無声音レベルの変化量も少なく、変化速度も遅いので、ステップ番号毎に相対ピッチデータ及び有声無声音レベルを有しなくてもよく、数ステップ毎に相対ピッチデータ及び有声無声音レベルを設けるようにしてもよいし、フォルマントパラメータデータ、相

(11)

特開平 4-251297

20

対ピッチデータ及び有声無声音レベルを別々のシーケンスメモリに記憶し、別々のシーケンススピードで読み出すようにしてもよいし、異なるステップ番号を与えるようにしてもよい。

【0094】相対ピッチデータは分析によって抽出してもよく、又は専用のエディター等により作成したピッチデータを用いてもよい。相対ピッチデータ又は有声無声音レベルデータの出力をオフ状態にするスイッチを設けてもよいし、相対ピッチデータ又は有声無声音レベルデータの深さ（大きさ）を増減するスイッチを設けてもよい。これはピッチ変化や有声無声音レベル変化の全くないフラットな楽音の発音が欲しい場合もあるからである。フォルマントパラメータデータもピッチデータと同様に基準フォルマントデータに対する相対変化量を時系列的に順次記憶するようにしてもよい。

【0095】また、実施例では、シーケンスメモリ 20 に記憶するフォルマントパラメータデータとして、フォルマントを特定するための中心周波数及びレベルのパラメータを記憶する場合について説明したが、周波数変調演算によってフォルマントを合成する場合はそのための中心周波数、変調周波数、変調指数及びレベル等の各パラメータを記憶しておき、これを読み出すようにしてもよい。また、音階音に限らず、リズム音等のフォルマントを合成する場合にも適用できることは言うまでもない。

【0096】

【発明の効果】この発明によれば、時系列的に変化するようなフォルマントパラメータデータ相対ピッチデータ又は有声無声音レベルデータを複数ステップにわたって予め記憶手段に記憶し、このフォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ又は有声無声音レベルデータを読み出し手段で複数ステップにわたって順次読み出すことによって、楽音信号のフォルマント、ピッチ又は有声無声音レベルを実際の楽器音又は人声音と同じように自然に変化させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明に係る電子楽器の一実施例のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図 2】 図 1 のシーケンスメモリに記憶されているフォルマントパラメータデータ及び相対ピッチデータの状態を示す図である。

【図 3】 シーケンスメモリに格納される有声音レベルデータ及び無声音レベルデータの値の一例を模式的に示す図である。

【図 4】 図 1 のシーケンスメモリの読み出しパターンのいくつかの例を示す図である。

【図 5】 図 1 のマイクロコンピュータが処理するメインルーチンの一例を示すフローチャート図である。

【図 6】 図 1 のマイクロコンピュータが処理する図 4 の発音処理の詳細例を示すフローチャート図である。

(12)

特開平4-251297

21

22

【図7】 図1のマイクロコンピュータが処理する図4のパネル処理の詳細例を示すフローチャート図である

【図8】 図3(a)の読み出しパターンに従ったフォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ及び有声無声音レベルデータの読み出し処理の詳細例を示すフローチャート図である。

【図9】 図3(b)の読み出しパターンに従ったフォルマントパラメータデータ、相対ピッチデータ及び有声無声音レベルデータの読み出し処理の詳細例を示すフローチャート図である。

【図10】 図1の有声フォルマント合成音源の一例を示す図である。

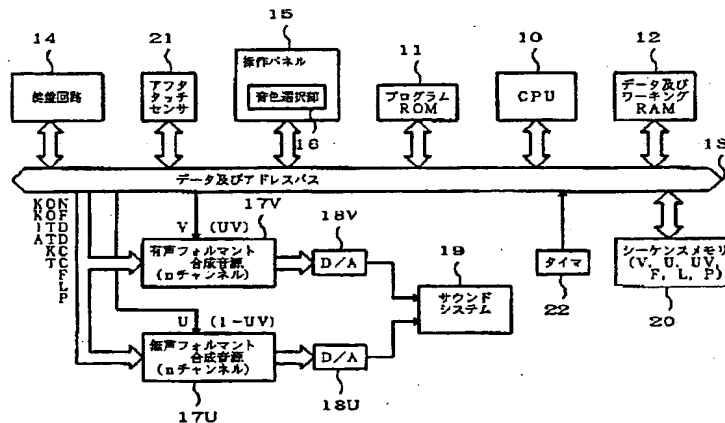
示す図である。

【図11】 図1の無声フォルマント合成音源の一例を示す図である。

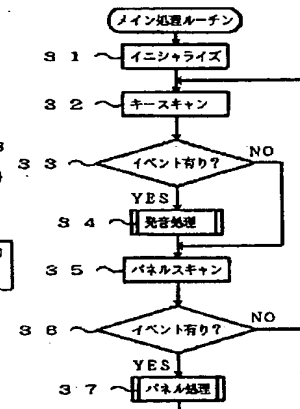
【符号の説明】

10…CPU、11…プログラムROM、12…データ及びワーキングRAM、13…データ及びアドレスバス、14…鍵盤回路、15…操作パネル、16…音色選択部、17V…有声フォルマント合成音源、17U…無声フォルマント合成音源、18…D/A変換器、19…サウンドシステム、20…シーケンスメモリ、21…アタッチセンサ、22…タイマ

【図1】



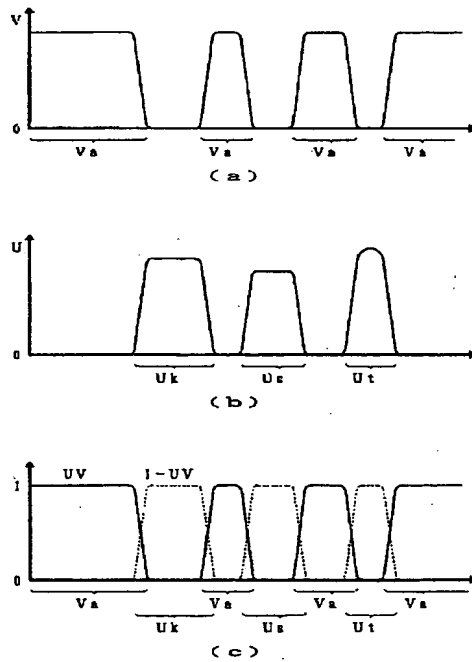
【図5】



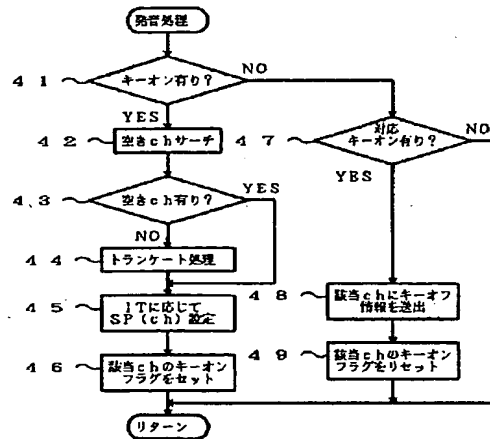
【図2】

		ステップ番号 Y																	
		1							2							n			
		1	2	3	4	P	V	U	1	2	3	4	P	...	4	P	V	U	
シー ケ ン ス 番 号	1	FL111	FL112	FL113	FL114	P11	V11	U11	FL121	FL122	FL123	FL124	P12	...	FL1n4	P1n	V1n	U1n	
	2	FL211	FL212	FL213	FL214	P21	V21	U21	FL221	FL222	FL223	FL224	P22	...	FL2n4	P2n	V2n	U2n	
	3	FL311	FL312	FL313	FL314	P31	V31	U31	FL321	FL322	FL323	FL324	P32	...	FL3n4	P3n	V3n	U3n	
	4	FL411	FL412	FL413	FL414	P41	V41	U41	FL421	FL422	FL423	FL424	P42	...	FL4n4	P4n	V4n	U4n	
	5	FL511	FL512	FL513	FL514	P51	V51	U51	FL521	FL522	FL523	FL524	P52	...	FL5n4	P5n	V5n	U5n	
番 号 X	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
	mn	FLm11	FLm12	FLm13	FLm14	Pm1	Vm1	Um1	FLm21	FLm22	FLm23	FLm24	Pm2	...	FLmn4	Pmn	Vmn	Umn	

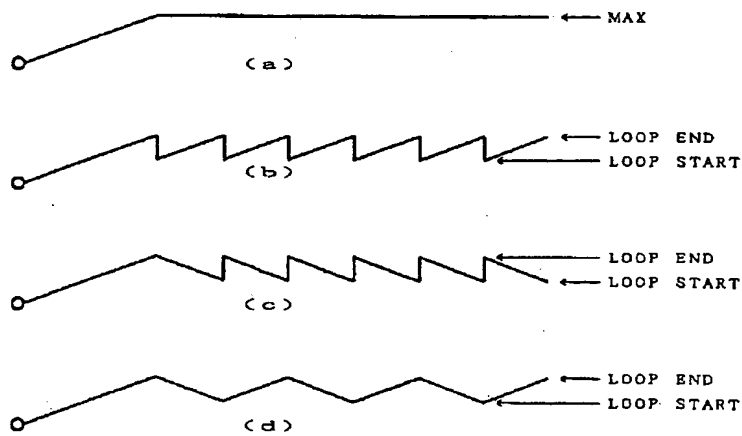
【図3】



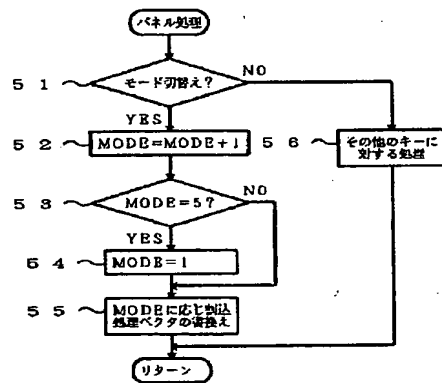
【図6】



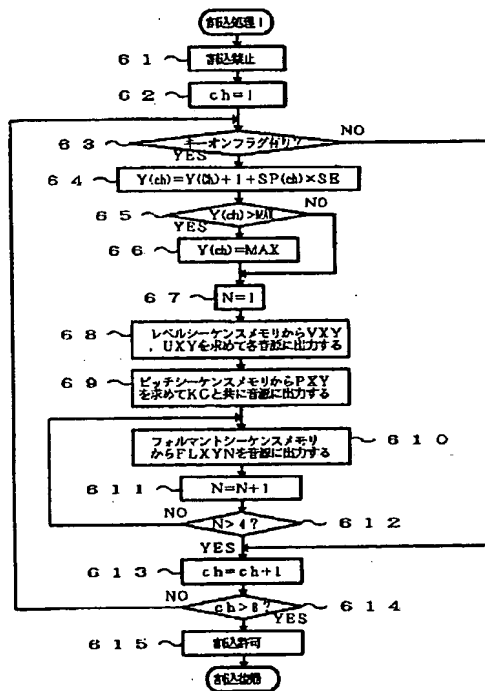
【図4】



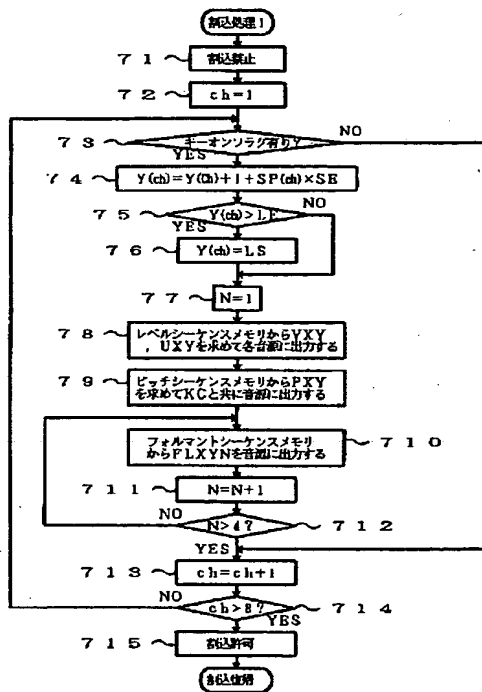
【図7】



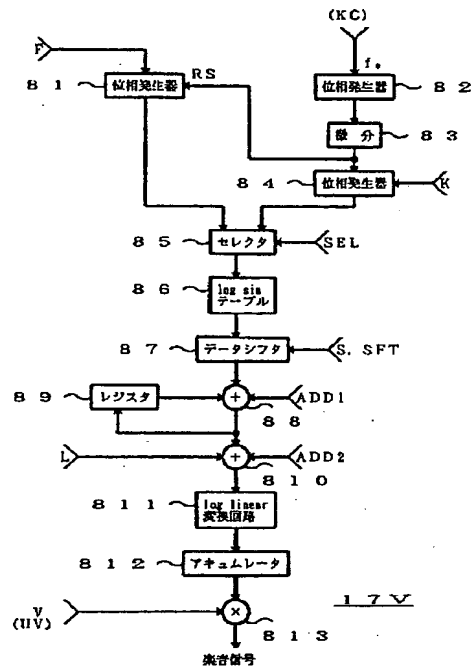
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

